

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN  
PENGONTROLAN PENGISIAN BATERAI DENGAN MODUL  
TP4056 DAN WEMOS D1**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**LUTHFI PRASTYA NUGRAHA**

**218120011**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 13/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)13/4/26

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN  
PENGONTROLAN PENGISIAN BATERAI DENGAN MODUL  
TP4056 DAN WEMOS D1**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**OLEH:**

**LUTHFI PRASTYA NUGRAHA**

**218120011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

**2025**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

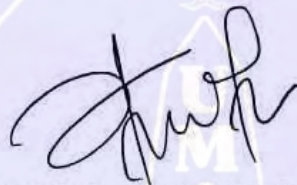
Document Accepted 13/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)13/4/26

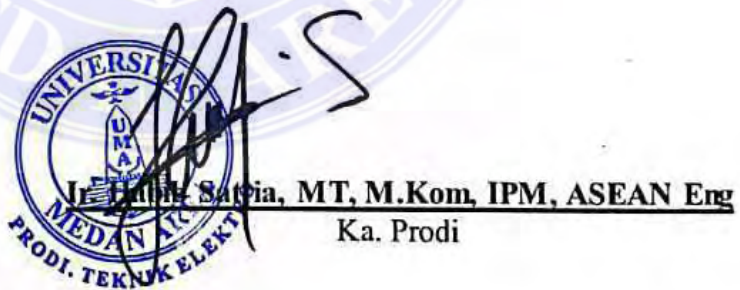
## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Bateria Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1  
Nama : Luthfi Prastya Nugraha  
NPM : 218120011  
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui  
Komisi Pembimbing



**Fadhillah Azmi S.Pd, M.Kom**  
Pembimbing



Tanggal Lulus : 02 September 2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/4/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)13/4/26

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 02 September 2025



Luthfi Prastya Nugraha  
NPM. 218120011

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luthfi Prastya Nugraha  
NPM : 218120011  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

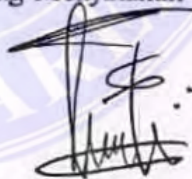
**“Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1”.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 02 September 2025

Yang Menyatakan



Luthfi Prastya Nugraha

## ABSTRAK

**Luthfi Prastya Nugraha NPM 218120011. “Perancangan Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 Dan Wemos D1”. Dibimbing Oleh Ibu Fadhillah Azmi S.Pd, M.Kom.**

Di zaman ini perkembangan *Internet of Things* sudah sangat memberikan kemudahan dalam pengendalian perangkat elektronik secara manual dan otomatis yang terhubung dengan internet dan dapat memberikan tampilan secara *real-time*. Salah satu aspek penting dalam bidang ini adalah sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai yang sangat krusial pada alat portable yang mengandalkan baterai seperti alat yang menggunakan baterai tipe *lithium-ion* 18650. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai menggunakan modul TP4056 sebagai komponen utama untuk pengisian dan INA219 sebagai pembaca arus dan tegangan pengisian baterai, serta mikrokontroler Wemos D1 Mini yang sudah terintegrasi dengan modul Wi-Fi ESP8266 yang dapat terhubung dengan internet dan aplikasi seperti Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Sistem alat ini juga dilengkapi dengan relay sebagai pemutus arus pengisian baterai apabila arus pengisian telah mencapai ambang batas tertentu yang bertujuan untuk menjaga *overcharging* dan menghindari baterai dari *overheating*. Di sisi lain OLED 1.3 inci disematkan pada alat ini sebagai tampilan parameter pengisian. Hasil penelitian berhasil menunjukkan bahwa sistem alat ini mampu melakukan pengisian dengan stabil, pengontrolan dengan baik dan monitoring dengan akurat yang ditampilkan pada OLED dan aplikasi Blynk. Dengan demikian alat ini dapat menjadi solusi yang terjangkau, efisien, aman dan efektif untuk pengisian baterai.

**Kata kunci:** TP4056, Wemos D1 Mini, Monitoring Baterai, Internet of Things (IoT), Blynk, INA219.

## ABSTRACT

**Luthfi Prastya Nugraha NPM 218120011. "Design of Battery Charging Monitoring and Control System with TP4056 and Wemos D1 Modules". Guided by Mrs. Fadhillah Azmi S.Pd, M.Kom.**

*In this era, the development of the Internet of Things has made it easy to manually and automatically control electronic devices that are connected to the internet and can provide real-time displays. One of the important aspects in this field is the monitoring and control of battery charge which is very crucial in portable devices that rely on batteries such as those that use lithium-ion type 18650 batteries. This research aims to design a battery charging monitoring and control system using the TP4056 module as the main component for charging and INA219 as the current and voltage reader for battery charging, as well as the Wemos D1 Mini microcontroller which is integrated with the Wi-Fi module ESP8266 that can connect to the internet and applications such as Blynk for remote monitoring. This tool system is also equipped with a relay as a battery charging current breaker when the charging current has reached a certain threshold which aims to maintain overcharging and avoid the battery from overheating. On the other hand, a 1.3-inch OLED is embedded in this tool as a display of charging parameters. The results of the study successfully showed that this device system is able to charge stably, control well and monitor accurately displayed on OLED and Blynk applications. Thus this tool can be an affordable, efficient, safe and effective solution for battery charging.*

**Keywords:** TP4056, Wemos D1 Mini, Battery Monitoring, Internet of Things (IoT), Blynk, INA219.

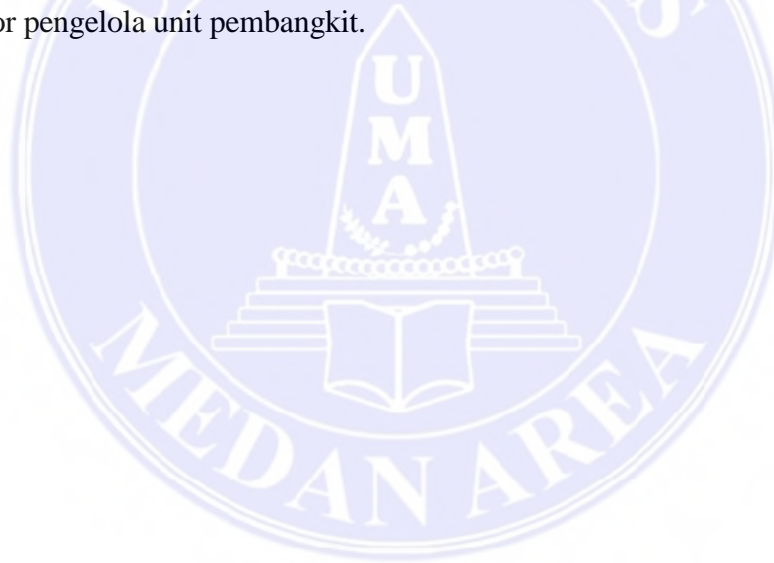
## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 04 Desember 2001 dari ayah Siman dan ibu Almh. Risma Hayati S.Ag Penulis merupakan putra ke 4 dari 5 bersaudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA Swasta Dharmawangsa Medan dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro di Universitas Medan Area.

Sejak tahun 2019 sampai skripsi ini dibuat, penulis sudah bekerja sebagai *freelancer* di berbagai *Event Organizer* yang ada di kota Medan dan telah menjalani berbagai macam jenis *Event* yang diadakan.

Pada tahun ajaran 2024/2025 pada bulan September sampai November 2024 Penulis melaksanakan kerja praktek di PT. PLN ULP Belawan dibawah bimbingan supervisor pengelola unit pembangkit.




## KATA PENGANTAR

Ucapan syukur kepada Allah *Shubhanallah Wa Ta'aala* Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1”. Penulisan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Strata Satu, Universitas Medan Area (UMA) tahun 2025. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar berkat bantuan berbagai pihak, baik bantuan material maupun moril. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah (Siman) dan Ibu (Almh. Risma Hayati S.Ag) dan keempat saudara penulis yang telah memberi dukungan berupa moral/spiritual dan material kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Muhammad Fadlan Siregar, S.T, M.T Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Ibu Fadhillah Azmi S.Pd, M.Kom, Selaku Dosen Pembimbing untuk tugas akhir ini yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Para Staff dan Pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu dalam akademik dan administrasi.
7. Rekan-rekan penulis terkhususnya buat Himpunan Mahasiswa Elektro dan Teknik Elektro Angkatan 2021 yang telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan upaya dalam membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Dan harapan penulis skripsi ini menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi skripsi ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan maupun pengalaman penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini memiliki banyak kekurangan baik dari segi isi maupun referensi. Oleh karena itu, Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan kedepannya.

Penulis,  


Luthfi Prastya Nugraha

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I .....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	5
<b>BAB II.....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai.....	6
2.2 Wemos D1 Mini .....	6
2.3 Modul TP4056.....	7
2.4 Baterai Lithium-Ion 18650 .....	8

2.5 Relay.....	8
2.6 Sensor Arus INA219 .....	9
2.7 OLED 1.3 Inchi .....	10
2.8 Implementasi Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 Dan Wemos D1.....	11
2.9 Keunggulan dan Tantangan.....	12
BAB III .....	13
METODOLOGI .....	13
3.1. Waktu dan Tempat penelitian.....	13
<b>3.1.1 Tempat Penelitian.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.2 Waktu Penelitian.....</b>	<b>13</b>
3.2 Bahan dan Alat .....	13
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	14
<b>3.3.1 Data Primer .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.2 Observasi .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.3 Studi Dokumentasi.....</b>	<b>14</b>
3.4 Teknik Analisa Data.....	14
3.5 Metode Penelitian.....	15
3.6 Parameter Yang Akan Di Analisis .....	18
<b>3.6.1 Pengaturan Threshold atau Ambang Batas Pengisian Baterai .....</b>	<b>18</b>
<b>3.6.2 Arus Pengisian Baterai.....</b>	<b>18</b>
<b>3.6.3 Tegangan Pengisian Baterai .....</b>	<b>18</b>
<b>3.6.4 Kapasitas Baterai (mAh).....</b>	<b>18</b>
<b>3.6.6 Wh Baterai.....</b>	<b>19</b>
3.7 Prosedur Penelitian.....	19
3.8 Blok Diagram .....	20
3.9 Perancangan Hardware dan Software.....	21
<b>3.9.1 Perancangan Desain Wiring Hardware.....</b>	<b>22</b>
<b>3.9.2 Perancangan Software.....</b>	<b>23</b>

<b>3.9.3 Penggunaan Blynk .....</b>	<b>23</b>
<b>BAB IV .....</b>	<b>28</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Pengerjaan Alat dan Sistem Monitoring .....	28
4.2 Pengujian <i>Charger Adapter 5V DC</i> .....	29
4.3 Pengujian <i>Hardware Purwarupa</i> .....	30
<b>4.3.1 Pengujian Wemos D1 Mini .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2 Pengujian OLED 1.3 Inchi .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.3 Pengujian Modul TP4056.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.4 Pengujian INA219.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.5 Pengujian Relay .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.6 Pengujian Baterai .....</b>	<b>35</b>
4.4 Pembahasan .....	39
<b>BAB V.....</b>	<b>40</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian .....	13
Tabel 3. 2 Bahan dan Alat.....	14
Tabel 4. 1 Parameter Pengisian Baterai .....	36



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Wemos D1 Mini.....	7
Gambar 2. 2 Modul Charger TP4056.....	7
Gambar 2. 3 Baterai Lithium-Ion IMR 18650 .....	8
Gambar 2. 4 Relay.....	9
Gambar 2. 5 INA219.....	10
Gambar 2. 6 OLED 1.3 Inchi .....	11
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Kegiatan Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Blok Diagram .....	20
Gambar 3. 3 Desain Wiring Hardware.....	22
Gambar 3. 4 Aplikasi Blynk.....	24
Gambar 3. 5 Sign Up ke Aplikasi Blynk.....	24
Gambar 3. 6 Input E-mail, Sandi, dan Server Blynk. ....	25
Gambar 3. 7 Penambahan Perangkat Pada Aplikasi Blynk .....	25
Gambar 3. 8 Tampilan <i>Quick Start</i> Aplikasi Blynk.....	26
Gambar 3. 9 Pembuatan Token pada Aplikasi Blynk.....	26
Gambar 3. 10 Penambahan <i>Widget</i> Aplikasi Blynk.....	27
Gambar 3. 11 Virtual Pin di Dalam Aplikasi Blynk.....	27
Gambar 4. 1 Alat Purwarupa.....	28
Gambar 4. 2 Tampilan Monitoring Pada <i>Smartphone</i> . ....	29
Gambar 4. 3 Pengukuran <i>Charger Adapter</i> .....	30
Gambar 4. 4 Pemrograman Wemos D1 Mini .....	31
Gambar 4. 5 Pemrograman Wemos D1 Mini .....	31
Gambar 4. 6 Pengujian Wemos D1 Mini.....	31
Gambar 4. 7 Tampilan OLED.....	32
Gambar 4. 8 Kondisi Modul TP4056.....	33
Gambar 4. 9 Pengisian Berhenti .....	33
Gambar 4. 10 INA219 Pada Alat .....	34
Gambar 4. 11 Pembacaan INA219 Pada OLED dan Blynk.....	34
Gambar 4. 12 Relay NC dan Relay NO .....	35
Gambar 4. 13 Pengujian Pengisian Baterai.....	36

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang perkembangan teknologi sudah sangat pesat di bidang elektronika dan *Internet of Things* (IoT), yang mana teknologi demikian telah memberikan kemudahan bagi manusia dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam sistem monitoring dan pengontrolan perangkat elektronik (Rahman, A. et al. 2023). Salah satu tantangan utama dalam sistem elektronik portable seperti IoT adalah pengelolaan sumber daya listrik, khususnya pada baterai. Pengisian baterai yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerusakan, mengurangi umur baterai, dan bahkan dapat menimbulkan masalah yang berbahaya seperti *overcharging* dan *overheating* (Saha, B. et al. 2021).

Modul pengisian baterai TP4056 adalah modul pengisian baterai yang ringkas, harga terjangkau, serta kemampuannya mengatur arus dan tegangan pengisian dengan cukup akurat (Nurdin, A. et al. 2021). Tetapi, modul ini tidak dapat melakukan monitoring secara *real-time*, sehingga pengguna tidak dapat memantau status pengisian dari jarak jauh. Di sisi lain, Wemos D1 adalah sebuah mikrokontroler berbasis ESP8266, yang dapat terintegrasi dengan Wi-Fi dan dapat melakukan komunikasi dengan internet jika terhubung dengan Wi-Fi (Dewi, R. et al. 2023). Integrasi antara TP4056 dengan Wemos D1 dapat membangun sistem monitoring pengisian baterai yang dapat diakses secara *online*.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan merancang sebuah sistem yang dapat memonitor tegangan, arus pengisian baterai, serta pengaturan *threshold* yang dapat dikontrol jarak jauh melalui koneksi internet. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, efisiensi, dan keamanan dalam pengisian baterai.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah untuk tugas akhir “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1” dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai yang efisien dan aman dengan menggunakan modul TP4056 dan Wemos D1.
2. Apa saja komponen dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengintegrasikan modul TP4056 dengan Wemos D1 dalam sistem pengisian baterai.
3. Bagaimana cara memantau kondisi pengisian baterai secara real-time melalui antarmuka web yang terhubung dengan Wemos D1.
4. Apa saja kendala yang dihadapi dalam perancangan dan implementasi sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai ini.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1”. Berikut adalah beberapa batasan yang dapat diterapkan:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengisian baterai tipe lithium-ion menggunakan modul TP4056.
2. Pemantauan dan pengontrolan pengisian baterai hanya dilakukan secara lokal dan menggunakan *user interface* berbasis web yang terhubung dengan Wemos D1.
3. Terbatasnya koneksi jaringan dikarenakan sistem hanya menggunakan koneksi Wi-Fi dari Wemos D1 yang sudah tertanam modul Wi-Fi berbasis ESP8266.
4. Sistem ini hanya menampilkan *user interface* secara ringkas.
5. Dikarenakan oleh koneksi yang hanya menggunakan koneksi Wi-Fi, jarak dan lingkungan pengujian menjadi terbatas
6. Pengukuran yang dilakukan pada sistem ini terbatas pada parameter pengisian baterai, seperti tingkat pengisian (state of charge) dan status pengisian (charging or fully charged).
7. Sistem ini tidak akan mencakup pengisian baterai dengan skala besar dan hanya fokus pada pengisian satu buah baterai dalam satu waktu percobaan

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian adalah:

1. Merancang sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai berbasis modul TP4056 dan Wemos D1 yang efisien dan terjangkau.
2. Mengintegrasikan modul TP4056 dengan Wemos D1 untuk memantau proses pengisian baterai secara real-time melalui antarmuka web.
3. Menyusun prosedur untuk pengontrolan otomatis terhadap proses pengisian baterai berdasarkan parameter yang telah ditentukan, seperti tingkat pengisian baterai dan kondisi baterai.
4. Menganalisis kendala dan solusi yang dihadapi selama perancangan dan implementasi sistem ini.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Diharapkan menjadi inovasi dalam pengembangan sistem pemantauan dan pengontrolan pengisian baterai yang sederhana.
2. Memberikan solusi pemantauan dan pengontrolan pengisian baterai yang terjangkau.

## 1.6 Sistematis Penulisan

Sistematis penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut.

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang pembuatan laporan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematis penulisan.

### 2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi landasan teori berupa konsep dasar dalam penyusunan alat dan laporan sehingga menghasilkan karya yang bernilai ilmiah dan memiliki daya guna.

### 3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

### 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasan

### 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk perbaikan kedepan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai

Baterai lithium-ion banyak sekali digunakan pada perangkat elektronik portable karena kapasitas dan efisiensinya, namun sangat rentan terhadap *overcharging* (Lai, X. et al 2022). Dengan menggunakan modul TP4056 bisa menjadi solusi praktis dan terjangkau untuk mengisi baterai jenis ini karena sudah dilengkapi dengan fitur proteksi terhadap *overcharging*, *overdischarge*, arus pendek, dan pengisian arus dan tegangan konstan (*constant current / constant voltage*) (Niankai, Y. et al. 2020). Dengan menggunakan Wemos D1 maka bisa dilakukan monitoring dan pengontrolan melalui konektivitas jaringan Wi-Fi dan dapat deprogram dengan *software* Arduino IDE, sehingga sistem ini dapat berintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT), yang membuat sistem dapat dipantau secara *real-time* melalui jaringan internet (Chandra, Y. I. et al. 2023). Sistem monitoring berguna untuk membaca status pengisian, sedangkan pengontrolan berfungsi untuk mengatur proses berdasarkan parameter tertentu. Kombinasi TP4056 dan Wemos D1 memungkinkan perancangan sistem pengisian baterai yang cerdas, efisien, dan dapat dipantau dari jarak jauh.

#### 2.2 Wemos D1 Mini

Wemos d1 adalah sebuah mikrokontroler yang sudah tertanam dengan ESP8266 yang dapat terhubung dengan Wi-Fi dan juga kemudahan dalam pemrograman yang dapat dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE sehingga sangat cocok untuk aplikasi sistem berbasis IoT. Pada penelitian kali ini Wemos D1 digunakan untuk

membaca data dari rangkaian sistem untuk mengirimkannya secara *real-time* ke server atau *user interface* untuk melakukan monitoring dan pengontrolan.



Gambar 2. 1 Wemos D1 Mini

Sumber: <https://www.aranacorp.com/wp-content/uploads/wemos-d1-mini.png>

### 2.3 Modul TP4056

TP4056 adalah modul pengisi daya baterai lithium-ion yang memiliki fitur proteksi terhadap *overcharge*, *overdischarge*, dan arus pendek. Modul ini menggunakan metode pengisian arus konstan dan tegangan konstan (*constant current/constant voltage* - CC/CV). TP4056 dapat dengan mudah digunakan karena memiliki komponen yang terintegrasi, seperti chip pengendali pengisian dan proteksi, serta indikator LED untuk status pengisian.



Gambar 2. 2 Modul Charger TP4056

Sumber: [https://99tech.com.au/wp-content/uploads/m/chr/chr-tp4056-1a\\_top\\_zl.jpg](https://99tech.com.au/wp-content/uploads/m/chr/chr-tp4056-1a_top_zl.jpg)

## 2.4 Baterai Lithium-Ion 18650

Baterai lithium-ion merupakan jenis baterai isi ulang yang banyak digunakan pada perangkat elektronik portabel karena memiliki kepadatan energi yang tinggi, umur pakai yang panjang, serta tingkat *self-discharge* yang rendah. Dalam penggunaannya, baterai jenis ini memerlukan pengisian yang cermat agar tidak mengalami kerusakan akibat overcharge atau overdischarge. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengisian yang aman dan terkontrol.



Gambar 2. 3 Baterai Lithium-Ion IMR 18650

Sumber:

<https://tse3.mm.bing.net/th/id/OIP.e9X0Z2oCHnrxs9uI2pPmTwHaHa?cb=12&rs=1&pid=ImgDetMain&o=7&rm=3>

## 2.5 Relay

Relay digunakan sebagai sakelar elektronik yang dapat dikendalikan oleh sinyal listrik berdaya rendah, seperti output dari mikrokontroler seperti yang digunakan pada riset kali ini menggunakan Wemos D1, dengan menggunakan relay kita dapat mengendalikan perangkat berdaya tinggi untuk kemudian diteruskan ke perangkat berdaya rendah dan menjadi sebuah jembatan antara daya tinggi dan daya rendah, dalam riset kali ini relay digunakan sebagai cut off dari system ini agar dapat memutus

aliran listrik dari modul pengisian TP4056 ke baterai ketika daya baterai sudah mencapai *threshold* atau ambang batas yang diinginkan.

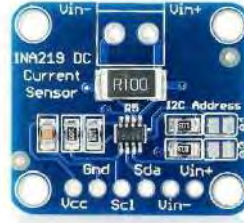


Gambar 2. 4 Relay

Sumber: <https://www.flyrobo.in/image/cache/catalog/1-channel-5v-relay-module-with-optocoupler/relay2-1100x1100w.jpg>

## 2.6 Sensor Arus INA219

INA219 adalah modul elektronika yang dapat digunakan sebagai pengukur arus tegangan, dan daya pada suatu sistem rangkaian DC secara digital dan mampu terintegrasi dengan I2C serta mikrokontroller lainnya. INA219 dapat mengukur tegangan hingga 26V DC serta mengukur arus hingga 3,2A dan mengukur daya secara langsung dalam satuan Watt, serta memiliki akurasi offset maksimum 100 $\mu$ V dengan error pengukuran  $\pm 1\%$ . Dalam riset kali ini INA219 digunakan sebagai modul pengukur daya pada pengisian baterai untuk menjadi acuan *threshold*.



Gambar 2. 5 INA219

Sumber: <https://tse1.mm.bing.net/th/id/OIP.Mm-IzuCSP8zwrgs6ACgBHAHaHa?cb=12&rs=1&pid=ImgDetMain&o=7&rm=3>

## 2.7 OLED 1.3 Inchi

Layar OLED adalah salah satu jenis tampilan layar yang umum digunakan pada proyek mikrokontroler karena ukurannya yang ringkas, konsumis daya yang rendah, dan kualitas gambar yang tajam, yang mampu menampilkan gambar, teks, ataupun grafik dengan kontras yang tinggi. Teknologi OLED berbeda dari LCD karena tidak memerlukan *backlight*, setiap piksel memancarkan cahaya sendiri. Hal ini menghasilkan tampilan yang lebih cerah, lebih hemat energi, serta sudut pandang yang lebih luas. Modul OLED 1.3 inci umumnya menggunakan *chip* kontroler SSD1306, yang mendukung komunikasi melalui I2C maupun SPI (Adafruit, 2017). Salah satu keunggulan utama layar ini adalah kemampuannya untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, maupun ESP32 hanya menggunakan dua pin data (SDA dan SCL) melalui antarmuka I2C. Hal ini membuatnya sangat cocok untuk proyek berbasis Internet of Things (IoT) yang mengutamakan efisiensi pin dan ruang. Dalam studi oleh Rachman dan Hidayat (2020), layar OLED ini digunakan

sebagai antarmuka visual pada sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis ESP32. Penggunaan OLED memungkinkan pengguna untuk melihat hasil sensor secara langsung tanpa perlu perangkat tambahan seperti komputer atau smartphone. Selain itu, karena konsumsi dayanya rendah, layar ini ideal untuk proyek berbasis baterai atau sistem portabel.



Gambar 2. 6 OLED 1.3 Inchi

Sumber: <https://www.majju.pk/assets/uploads/2020/08/0.96-OLED-Display-1536x1536.jpg>

## 2.8 Implementasi Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 Dan Wemos D1

Implementasi “Perancangan Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 Dan Wemos D1” ini diharapkan dapat menjadi solusi pengisian baterai yang aman, efisien, terjangkau, dan dapat terhubung ke IoT (*internet of things*). Modul TP4056 berfungsi sebagai *charger* untuk baterai lithium dan Wemos D1 yang sudah terintegrasi dengan ESP8266 yang dapat terhubung ke internet berfungsi sebagai mikrokontroler yang dapat memantau parameter yang akan diuji seperti pengisian, tegangan, arus, dan daya pada baterai melalui sensor arus INA219 dan kemudian

dikirim melalui internet untuk ditampilkan secara *real-time* ke aplikasi seperti *Blynk*. Selain monitoring sistem ini juga dapat melakukan pengontrolan pada pengisian baterai dengan menggunakan relay apabila tegangan baterai sudah mencapai ambang batas atau *threshold*, *overcharging*, dan *overheat*

## 2.9 Keunggulan dan Tantangan

Keunggulan dari sistem yang akan diriset ini adalah kemampuannya dalam memonitoring sistem secara *real-time*, dan dengan proteksi dari *overcharging* membuat sistem ini memiliki pengaman untuk menghindari kerusakan pada baterai saat melakukan pengisian, serta integrasi dengan IoT juga menjadikan sistem ini lebih fleksibel untuk dikembangkan kedepannya. Dari sisi biaya, komponen-komponen yang terdapat pada sistem ini memiliki harga yang terjangkau dan cukup mudah didapatkan dipasaran.

Namun dibalik keunggulan juga terdapat kekurangan dan tantangan yang akan dihadapi seperti latensi Wi-Fi dan gangguan sinyal yang dapat menyebabkan kehilangan data. Juga akurasi dari pembacaan sensor INA219 menjadi aspek yang penting untuk diperhatikan agar sistem dapat berjalan dengan baik.

Keterbatasan pada modul *charger* TP4056 juga menjadi suatu rintangan dikarenakan modul ini memiliki keterbatasan pengisian, dimana modul ini hanya dapat mengisi jenis baterai yang memiliki tegangan antara 3.7V sampai 4.2V, sehingga modul ini hanya efektif pada baterai tertentu saja.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Waktu dan Tempat penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai Dengan Modul TP4056 dan Wemos D1 ini dilakukan di :

Nama Tempat : CV. Angkasa Mobie Tech

Alamat : Jln. Sidomulyo, Desa Hutan, Kec. Percut Sei Tuan,  
Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

### 3.2 Bahan dan Alat

Kebutuhan perangkat yang penulis gunakan di dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	Wemos D1	Wemos D1 mini	1 unit
2	Modul Charger	TP4056	1 unit
3	Display	OLED 1.3 Inchi	1 unit
4	Kabel Jumper	1,5 mm	secukupnya
5	Baterai 3.7 V	Lithium-ion 18650	1 unit
6	Relay	1 Channel	1 unit
7	Sensor Arus	INA219	1 unit

Tabel 3. 2 Bahan dan Alat

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data yang di ambil secara langsung dilapangan.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Data Primer

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data yang di ambil secara langsung dilapangan.

#### 3.3.2 Observasi

Observasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan lewat pengamatan langsung.

#### 3.3.3 Studi Dokumentasi

Studi Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dan mempelajari data-data yang diperoleh dari buku-buku, literatur, jurnal, internet dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

### 3.4 Teknik Analisa Data

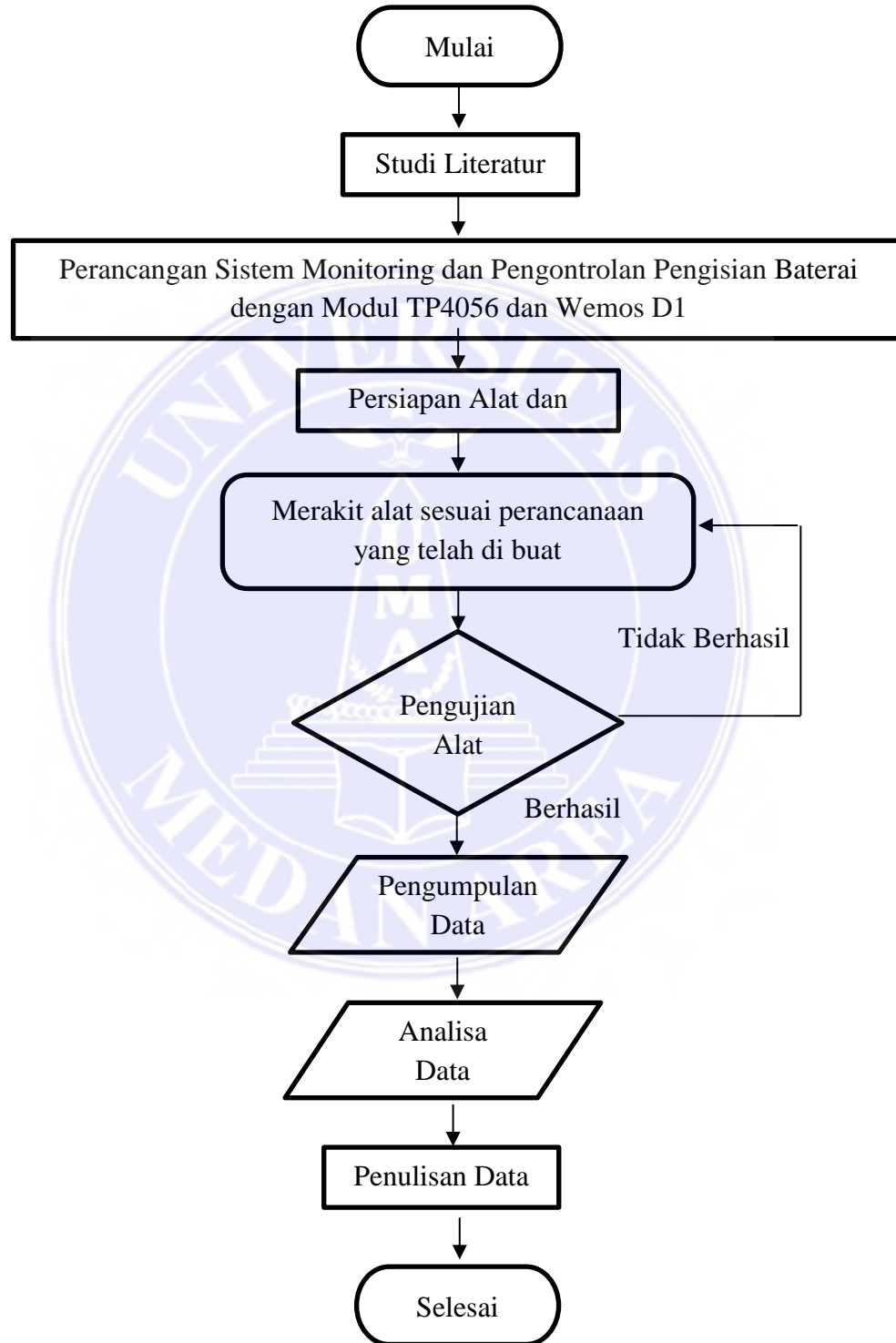
Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum sistem yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkrit, teramati, dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

### 3.5 Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini *flowchart* atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan dalam bentuk blok diagram pada Gambar berikut ini, dimana berdasarkan *flowchart* ini ialah sebagai tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan proses penelitian “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai dengan Modul TP4056 dan Wemos D1”.

Bentuk flowchart kegiatan penelitian yang dilakukan pada proses pelaksanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada bagian dibawah ini :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas ialah :

1. Mulai, untuk melakukan permulaan mencari referensi dan hal yang terkait penelitian.
2. Studi Literatur serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian.
3. Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai dengan Modul TP4056 dan Wemos D1
4. Persiapan alat dan bahan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk kelancaran dalam merancang alat yang akan di analisis.
5. Merakit alat sesuai perancangan yang telah di buat, kegiatan yang akan mempengaruhi hasil dari pengambil data dalam penelitian ini.
6. Pengujian alat adalah hal yang akan layak tidaknya rancangan dalam pengujiannya jika tidak kembali ke perancangan alat. Jika Ya akan langsung pengumpulan data.
7. Pengumpulan data, merupakan hal yang akan dilakukan untuk melihat masukan dan keluaran nilai yang telah diambil oleh alat yang sudah baik.
8. Analisa data serangkaian kegiatan yang akan menganalisis nilai dari pengumpulan data yang akan berubah-berubah sesuai kondisi yang diteliti.
9. Penulisan Laporan kegiatan yang mendeskripsikan hasil dari analisa data yang merupakan tekstual atau terlampir yang akan di masukan kedalam hasil penelitian yang telah dilakukan.
10. Selesai.

### 3.6 Parameter Yang Akan Di Analisis

Parameter yang akan dianalisa pada skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengontrolan Pengisian Baterai dengan Modul TP4056 dan Wemos D1” adalah sebagai berikut :

#### 3.6.1 Pengaturan Threshold atau Ambang Batas Pengisian Baterai

Dengan mengatur ambang batas pengisian baterai, maka akan menjaga *State of Healt* dari baterai dan juga dapat mengatur *State of Charge* dari baterai.

#### 3.6.2 Arus Pengisian Baterai

Arus yang masuk ke baterai dapat dilihat dari tampilan OLED ataupun aplikasi seara langsung, sehingga akan menjadi acuan untuk mengendalikan pengisian suhu baterai sehingga tidak terjadi *overcharge* atau *over current*

#### 3.6.3 Tegangan Pengisian Baterai

Tegangan yang masuk ke baterai akan ditampilkan pada OLED ataupun aplikasi secara langsung, sehingga tegangan pengisian baterai dapat dipantau agar tidak terjadi *overvoltage* pada saat pengisian baterai.

#### 3.6.4 Kapasitas Baterai (mAh)

Kapasitas baterai adalah salah satu parameter yang akan diuji pada penelitian kali ini dan akan ditampilkan pada OLED ataupun aplikasi sehingga kapasitas baterai dapat dipantau secara langsung. Kapasitas baterai dihitung dalam satuan mAh (*mili-Ampere*

*hour*) ataupun Ah (*Ampere hour*) yang artinya berapa banyak arus yang dapat disuplai selama 1 jam.

### 3.6.6 Wh Baterai

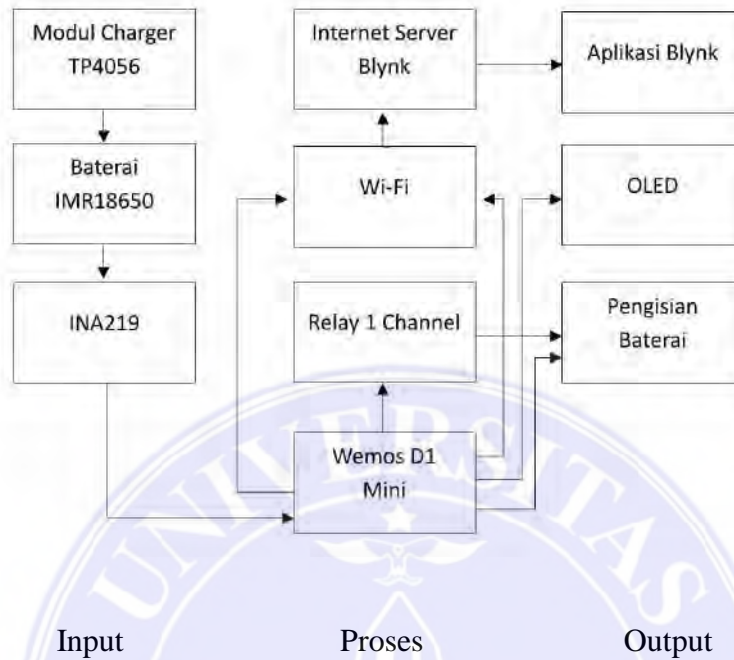
*Watt-hour* Adalah satuan energi baterai, yang berarti berapa banyak daya baterai yang dapat dikeluarkan selama 1 jam.

### 3.7 Prosedur Penelitian

Adapun tahapan dalam prosedur penelitian ialah :

1. Pemasangan rangkaian alat mengikuti sesuai gambar rangkaian.
2. Melakukan pengujian alat yang telah dirangkai.
3. Melakukan koneksi WiFi pada *smartphone* atau komputer.
4. Pengetesan awal yang dilakukan pada baterai.
5. Melihat tampilan data pada layar tampilan.
6. Mencatat hasil data.
7. Membandingkan data yang terukur dengan tegangan dan arus nominal baterai.
8. Melakukan peginputan data yang telah diuji secara tekstual ke dalam laporan skripsi yang telah diteliti.
9. Membuat kesimpulan.

### 3.8 Blok Diagram



Gambar 3. 2 Blok Diagram

a. Input memiliki 3 komponen utama yaitu:

1. Modul Charger TP4056 berfungsi sebagai modul pengisian pada alat yang diteliti, kemudian akan dibaca arus dan tegangannya oleh sensor INA219
2. Baterai IMR 18650 adalah objek utama yang akan dilakukan penelitian untuk dibaca arus, tegangan, dan ambang batas pengisian baterai.
3. INA219 sebagai pembaca arus dan tegangan pada modul rangkaian yang akan diteruskan ke Wemos D1 Mini

b. Proses memiliki 4 parameter yaitu:

1. Wemos D1 adalah prosesor utama dalam pengisian data yang akan melakukan pembacaan data sensor, mengirim data ke server internet, dan mengatur output sistem.

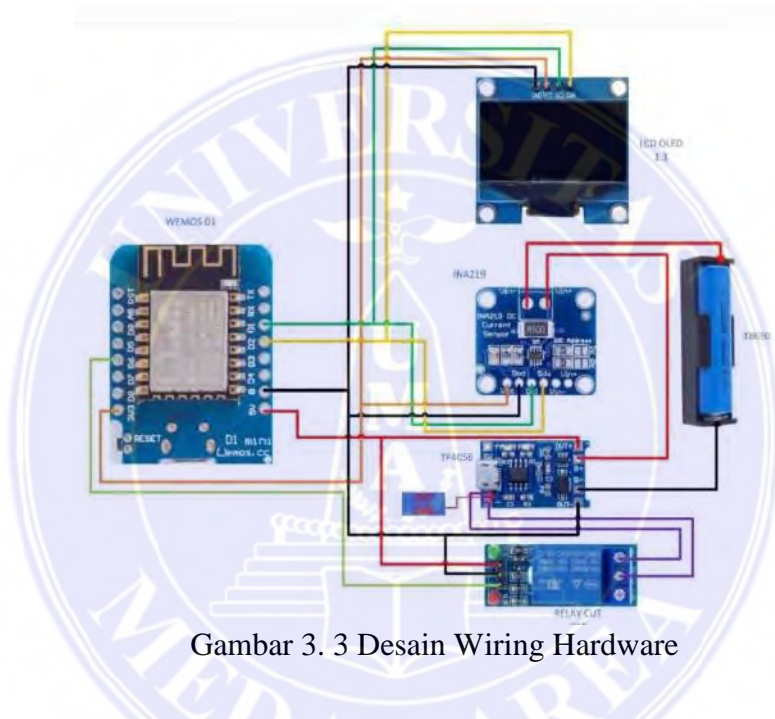
2. Relay 1 channel sebagai pemutus pengisian saat baterai penuh ataupun akan memutus sesuai dengan ambang batas baterai yang sudah diatur melalui aplikasi Blynk
  3. Wi-Fi sebagai media komunikasi antara Wemos D1 mini dengan server internet Blynk yang akan diteruskan ke aplikasi blynk
  4. Internet Server Blynk, data yang telah diterima oleh server dari Wemos D1 mini akan diproses oleh server yang akan diteruskan ke aplikasi Blynk
- c. Output memiliki 3 parameter yaitu:
1. Aplikasi Blynk, aplikasi ini akan menampilkan parameter pengisian baterai seperti arus dan tegangan, lalu juga akan memberikan opsi pengaturan *threshold* pengisian baterai
  2. OLED, sebagai komponen yang tercantum pada alat sebagai tampilan informasi dari pengisian baterai yang memiliki parameter berupa persentase pengisian, arus, tegangan, dan kapasitas baterai.
  3. Pengisian Baterai, adalah output terakhir yang akan menjadi hasil dari proses dari sistem alat ini, dapat berupa pengisian baterai yang sudah diatur ambang batas pengisiannya.

### 3.9 Perancangan Hardware dan Software

Pada bagian ini, dilakukan perancangan wiring untuk perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memastikan integrasi komponen secara efisien, serta dapat diakses melalui jaringan internet atau pengaplikasian pada Blynk.

### 3.9.1 Perancangan Desain Wiring Hardware

Berdasarkan kebutuhan bahan dan alat, maka dirancang sistem alat secara keseluruhan, meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan wiring *hardware* terdiri dari penghubungan antar komponen fisik yang diperlukan dalam sistem.



Gambar 3. 3 Desain Wiring Hardware

Penjelasan Koneksi Rangkaian:

- a. Wemos D1 Mini (kiri), berfungsi sebagai mikrokontroler yang menerima data dari sensor dan mengontrol serta memberikan tampilan. Memiliki 16 kaki pin.
- b. OLED display (atas), menampilkan hasil pembacaan
  1. VCC → 3.3V Wemos D1 Mini
  2. GND → G Wemos D1 Mini
  3. SCL → D1 Wemos D1 Mini
  4. SDA → D2 Wemos D1 Mini
- c. INA219 (tengah pertama), membaca arus dan tegangan baterai.
  1. Vin+ → B+ TP4056
  2. Vin- → + baterai 18650
  3. VCC → 3.3V Wemos D1 Mini
  4. GND → G Wemos D1 Mini
  5. SDA → D2 Wemos D1 Mini

- d. Modul Charger TP4056 (tengah kedua), sebagai modul pengisian dari sistem pengisian pada tugas akhir ini.
  1. Pin- → NC dan COM Relay
  2. OUT+ → 5V Wemos D1 Mini
  3. OUT- → G Wemos D1 Mini
  4. B+ → Vin+ INA219
  5. B- → Kutub Negatif Baterai
- e. Relay 1 Channel (bawah), sebagai *cut off* dari sistem pengisian ini.
  1. VCC → 5V Wemos D1 Mini dan OUT+ TP4056
  2. GND → G Wemos D1 Mini
  3. SIG → D6 Wemos D1 Mini
  4. COM → PIN- Modul TP4056
  5. NC → PIN- Modul TP4056
- f. Baterai IMR 18650, sebagai objek pengisian
  1. Kutub+ → VIN- INA219
  2. Kutub- → B- Modul TP4056

### 3.9.2 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak dalam sistem ini berfokus pada pemrograman mikrokontroler dan pembuatan antarmuka pengguna untuk memonitoring sistem. Perancangan software bertujuan untuk mengelola dan menjalankan perangkat IoT, khususnya, untuk memproses dan menampilkan data yang dikumpulkan. Aplikasi yang digunakan dalam perancangan software ialah Blynk dan Arduino IDE digunakan untuk pemrograman Wemos D1 Mini yang terlibat dalam penelitian ini. IDE ini memungkinkan pengembangan dan pengujian kode program yang akan diunggah ke Wemos D1 Mini. Setelah kode dijalankan, data yang dikumpulkan akan diproses oleh perangkat keras dan dikirim ke platform Blynk untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut.

### 3.9.3 Penggunaan Blynk

Blynk adalah platform yang terhubung ke internet untuk menampilkan data pada aplikasi yang sudah diproses oleh mikrokontroler yang akan ditampilkan dalam bentuk

dashboard yang mudah dipahami. Dashboard ini menyajikan informasi terkait sensor yang terhubung, memungkinkan pemantauan kondisi secara *real-time* dan pengambilan keputusan berdasarkan data yang ditampilkan

a. Pendaftaran Akun Blynk

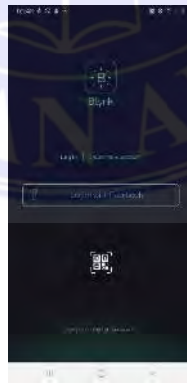
Langkah-langkah mendaftar akun Blynk melalui:

1. Unduh aplikasi Blynk pada *smartphone* melalui PlayStore



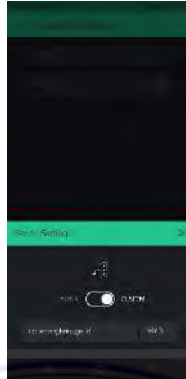
Gambar 3. 4 Aplikasi Blynk.

2. Buka aplikasi Blynk dan lakukan Sign Up



Gambar 3. 5 Sign Up ke Aplikasi Blynk.

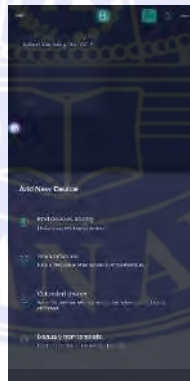
3. Masukkan email dan sandi serta server wifi



Gambar 3. 6 Input E-mail, Sandi, dan Server Blynk.

4. Pembuatan pada *device* dengan aplikasi Blynk

Setelah login ke aplikasi Blynk. Lalu tekan tombol “Device Template”, pada halaman utama aplikasi, klik tombol “+ Add Device”. Pilih opsi “Quickstart Device”



Gambar 3. 7 Penambahan Perangkat Pada Aplikasi Blynk

5. Isi informasi template dan berikan nama, lalu pilih perangkat ESP8266 (Wemos D1 Mini), kemudian pilih jenis koneksi Wi-Fi, dan terakhir tekan *continue*.



Gambar 3. 8 Tampilan *Quick Start* Aplikasi Blynk.

6. Pembuatan *authorithy token*, setelah template terbentuk maka akan muncul token ini dan kemudian masukkan token ini ke dalam program Arduino IDE.



Gambar 3. 9 Pembuatan Token pada Aplikasi Blynk

7. Tambahkan Widget di Dashboard, Masuk ke template yang telah dibuat. Tambahkan widget seperti, Gauge, untuk menampilkan suhu atau kelembaban, seperti pada gambar 3.10. pada halaman berikutnya.



Gambar 3. 10 Penambahan *Widget* Aplikasi Blynk

8. Atur Virtual Pin, Setiap widget harus dihubungkan ke Virtual Pin (misalnya V0, V1, V2) sesuai dengan program Arduino. Sesuaikan pin berdasarkan data yang dikirim dari mikrokontroler.



Gambar 3. 11 Virtual Pin di Dalam Aplikasi Blynk.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat monitoring dan pengontrolan pengisian baterai dengan modul TP4056 dan Wemos D1, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang telah berhasil berfungsi dengan baik, ditandai dengan kemampuan membaca parameter seperti arus, tegangan, kapasitas, dan pengaturan threshold, serta kemampuan alat dalam menampilkan data secara real-time melalui aplikasi Blynk dan tampilan OLED yang ada pada alat.
- Wemos D1 Mini bekerja dengan stabil dan baik dalam membaca dan memproses data kode software dan sensor serta mampu mengirimkan sinyal ke server Blynk melalui Wi-Fi dan memberikan output pembacaan yang akurat.
- 2. Modul Charger TP4056 mampu memberikan daya pengisian yang baik dan stabil serta dapat menerima sinyal *cut-off* dari relay sehingga pengisian baterai dapat berhenti sesuai dengan threshold yang sudah diatur.
- 3. OLED dapat menampilkan data dan parameter yang akurat tanpa ada gangguan yang berarti.
- 4. Relay dapat menerima perintah dari Wemos D1 Mini untuk memutus pengisian dan menonaktifkan modul TP4056 jika sudah mencapai threshold pengisian yang sudah diatur.

5. INA219 mampu membaca nilai arus dan tegangan pengisian dengan baik dan akurat.
6. Baterai 18650 mengisi dengan baik dan stabil, nilai tegangan baterai terus meningkat seiring bertambahnya kapasitas baterai mulai dari 3.4V hingga tegangan puncak sekitar 4.1V-4.2V.

## 5.2 Saran

Agar pengembangan alat ini ke depan menjadi lebih baik, berikut beberapa saran dari peneliti:

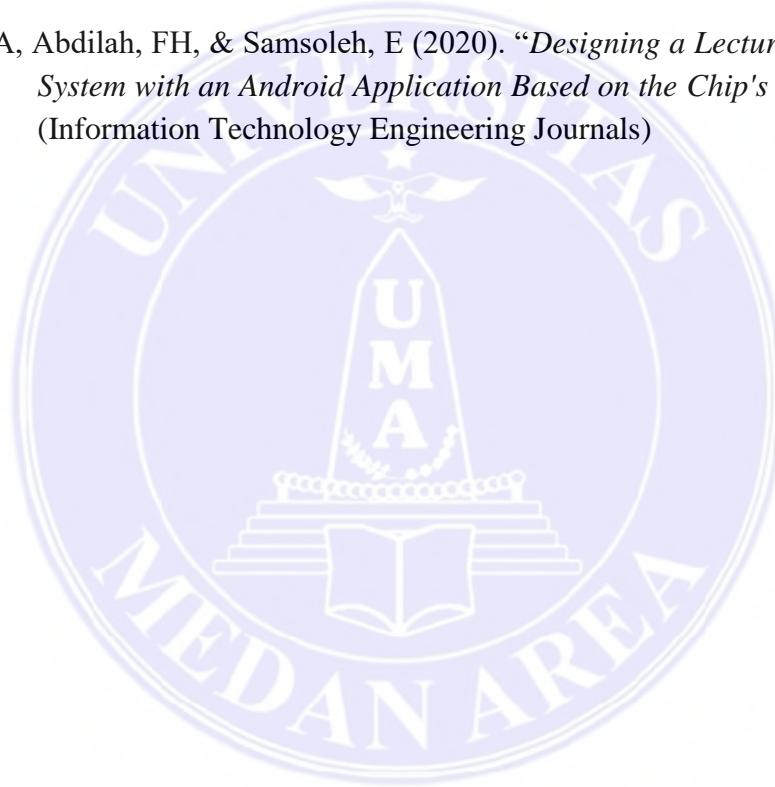
1. Menambahkan fitur notifikasi ketika pengisian sudah mencapai threshold.
2. Penambahan jumlah soket pengisian baterai sehingga bisa mengisi lebih dari satu baterai dalam satu waktu sekaligus.
3. Menggunakan modul charger dengan tipe yang lebih tinggi seperti modul charger TP5100 yang memiliki daya pengisian baterai lebih tinggi dibandingkan dengan modul charger TP4056 sehingga pengisian membutuhkan waktu yang lebih singkat.
4. Pengujian jangka panjang yang diperlukan untuk mengetahui daya tahan komponen mengingat harga-harga komponen yang ramah di kantong sehingga perlu di tinjau lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, MC, & Saragih, MA. (2024). “*Design for Monitoring Current and Voltage in Battery Charger Using NODEMCU ESP8266 Microcontroller and the Blynk App at Silampari Airport*”. *Jurnal Info Sains*, 6(1), 89–96.
- Alibasa, MJ, Purwanto, RW, Priyadi, Y, & Riskiana, RR. (2022). "Towards Generating Unit Test Codes Using Generative Adversarial Networks", *RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*
- Antony, RG, Hariharan, S, Haran, DH, & Raj, CC. (2021). “*Design of Solar Charging Case for Mobile Phones*”. *Journal of Physics*
- Arrohman, DA, & Fikriyyah, NA. (2018). “*Implementation of Micro USB Charger TP4056 and Battery Indicator LED in Portable Solar Charge*”. *J. Nat. Scien. & Math. Res.* Vol. 4 No.1 (2018) 6-10, 6
- Artayuda, R., Zikri, H., Pratama, D., & Nanda, R. (2024). “*Informasi Pengisian Baterai Kendaraan Sepeda Motor Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)*”. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Aplikasinya (JIKA)*, 3(1), 1–9.
- Ashraf, S. (2023). “*Evaluation of Charging Methods for Lithium-Ion Batteries. Electronics*”. MDPI.
- Axelson, J. (2015). “*Embedded Systems: Real-Time Operating Systems for Arm Cortex-M Microcontrollers*”. Lakeview Research.
- Bhatt, H, & Modi, D. (2020). “*Optimizing Power Consumption for Solar Powered Rechargeable Lithium-Ion (Li-Ion) Battery Operated IoT Based Sensor Node Using Wemos D1 Mini*”. ResearchGate.
- Chandra, Y. I. (2023). “*Real-Time Prototype Electricity Monitoring and Forecasting System based on Wemos D1 R1 ESP8266 and IoT*”. *Logistic & Operation Management Research (LOMR)*,.
- Chaudhary, S, Bhargave, V, Kulkarni, S, Puranik, P, & Shinde, A. (2018). “*Home Automation System Using WeMos D1 Mini*”. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*
- Chen, GJ, & Chung, WH. (2023). “*Evaluation of Charging Methods for Lithium-Ion Batteries*”. *Electronics*, MDPI

- Dewi, R. (2023). "Deteksi Real-Time Kondisi Baterai Menggunakan Sistem Monitoring Berbasis Perangkat Bergerak". *Jurnal InTekS*.
- Fajrian, J (2022). "Analisis Performa Jaringan Komunikasi Data Pada Monitoring Detak Jantung (Bpm) Menggunakan Aplikasi Smartphone Berbasis Wemos D1" Repository.Upnvi.
- Garay, MAC, & Roman-Gonzalez, A. (2019). "Autonomous Monitoring System using Wi-Fi Economic". *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 10, No. 8, 2019
- Hanifah, N. (2021). "Smart Battery Charger Using IoT for Safer Charging". *International Conference on IoT*.
- Kurniawan, A. (2022). "Design of Battery Monitoring System Using IoT for Remote Control Applications". *Journal of Robotics and Control (JRC)*.
- Lai, X, Yao, J, Jin, C, Feng, X, Wang, H, Xu, C, & Zheng, Y. (2022). "A Review of Lithium-Ion Battery Failure Hazards: Test Standards, Accident Analysis, And Safety Suggestions". MDPI
- Navas, K. A. (2018). "Electronics Devices and Circuits". New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Niankai, Y. (2020), "Robust State of Health Estimation of Lithium-ion Batteries Using Convolutional Neural Network and Random Forest". arXiv.
- Nugroho, A. P., & Santoso, R. (2020). "Pemanfaatan Mikrokontroler ESP8266 untuk Monitoring Berbasis IoT". *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 12(1), 22–29.
- Nurdin, A. (2021). "Monitoring of lithium-ion cells using a microcontroller". *Chemical Engineering Journal*.
- Prayogi, H. (2023). "Battery Power Control and Monitoring System with Internet of Things Technology". *IJCONSIST*.
- Priyadi, Y, Kusumahadi, K, & Lyanda, PS. (2021). "Causal Loop Variable Identification Method (IdVar4CL) For Systems Thinking Based on Text Mining Approach". *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*.
- Rifansyah, A. (2023). "Analisa State of Charge (SOC) Menggunakan Algoritma Coloumb Counting dan State of Healt (SOH) Untuk Mendukung Kendaraan Listrik". *Jurnal Mahasiswa Institut Teknologi Surabaya*.

- Wicaksono, MF. & Rahmatya, MD. (2022). *“IoT for Residential Monitoring Using ESP8266 and ESP-NOW Protocol”*. JITEKI.
- Widjajanto, D , Achsan, BM, Rozaqi, FMN, Widyotriatmo, A, & Leksono, E. (2021), *“Estimasi Kondisi Muatan dan Kondisi Kesehatan Baterai VRLA dengan Metode RVP,”* J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf., vol. 10, no. 2, pp. 178–187, 2021,
- Yılmaz, E. (2024). *“Iot Based A Low Cost Battery Monitoring System using ESP8266 and Arduino IoT Cloud Platform”*. International Journal of Advanced Engineering Technologies.
- Yuliati, A, Abdilah, FH, & Samsoleh, E (2020). *“Designing a Lecture Room Monitor System with an Android Application Based on the Chip's ESP8266”*. ITEJ (Information Technology Engineering Journals)



## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Hasil dan pengujian alat sistem monitoring dan pengontrolan pengisian baterai dengan modul TP4056 dan Wemos D1.



**Lampiran 2.** Sistem pemantauan (monitoring) pada aplikasi Blynk di *smartphone*.



### Lampiran 3. Program Alat

```
#include <FS.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <WiFiManager.h>

#include <ArduinoJson.h>

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_INA219.h>

#include <EEPROM.h>

#include <Adafruit_GFX.h>

#include <Adafruit_SH110X.h>

// Tambahkan di bagian atas

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

//// === BLYNK CONFIGURATION ===

//char auth[] = "lplzuzBjVWX1La6CCrxHT8GfEbCMTtnT"; // Ganti dengan token
kamu

//char ssid[] = "GAZEL"; // Ganti dengan nama WiFi kamu

//char pass[] = "1234qwer"; // Ganti dengan password WiFi kamu

char auth[40] = ""; // Untuk Blynk token

const char* configFileName = "/config.json";

// Blynk Virtual Pin Assignment

#define VPIN_SOC_THRESHOLD V1

#define VPIN_VOLTAGE_DISPLAY V2

#define VPIN_CURRENT_DISPLAY V3

#define VPIN_SOC_DISPLAY V4
```

```
#define VPIN_USED_DISPLAY    V5

#define VPIN_RELAY_STATUS    V6

#define VPIN_MODE_SELECT     V7 // Auto/Manual selector

#define VPIN_MANUAL_RELAY    V8 // Manual relay ON/OFF

#define VPIN_CALIBRATION V9

#define VPIN_CAPACITY_INPUT V10 // Tambahan: input kapasitas baterai

#define VPIN_SCAN_BATTERY V11 // Tombol "Scan Baterai Baru"

#define VPIN_RESET_WIFI V12

bool isAutoMode = true;

bool manualRelayState = true;

// OLED SH1106 I2C

#define SCREEN_WIDTH 128

#define SCREEN_HEIGHT 64

#define OLED_RESET -1

Adafruit_SH1106G display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

Adafruit_INA219 ina219;

// EEPROM

#define EEPROM_SIZE 512

#define EEPROM_ADDR_USED_CAPACITY 0

#define EEPROM_ADDR_BATT_CAPACITY 50 // Alamat EEPROM untuk
menyimpan kapasitas terukur

// Relay Control

#define RELAY_PIN 12 // GPIO12

float batteryCapacity_mAh = 2200.0;
```

```

bool isCalibrating = false;

float measuredCapacity_mAh = 0;

// Variabel threshold & hysteresis

float cutoffSOCThreshold = 90.0; // Default (dapat diubah lewat Blynk)

float cutoffHysteresis = 5.0; // SOC turun di bawah threshold - hysteresis untuk
nyalakan lagi

bool chargingCutoff = false; // Status relay sekarang

// Variabel status

float usedCapacity_mAh = 0;

float batterySOC = 100.0;

unsigned long lastMeasurement = 0;

unsigned long lastRecalibration = 0;

unsigned long lastSampleTime = 0;

unsigned long lastEEPROMWrite = 0;

bool saveConfig(const char* blynkToken) {

    DynamicJsonDocument doc(512);

    doc["blynk_token"] = blynkToken;

    File configFile = SPIFFS.open(configFileName, "w");

    if (!configFile) {

        Serial.println("Gagal membuka file untuk menulis");

        return false;

    }

    serializeJson(doc, configFile);

    configFile.close();

```

```

    return true;
}

void setupWiFiAndBlynk() {
    SPIFFS.begin();

    // 1. Muat token dari file dulu (jika ada)
    loadConfig(); // Akan isi variabel `auth[]` dari file config.json jika ada

    // 2. Siapkan WiFiManager dan form input token
    WiFiManager wm;
    wm.setConfigPortalTimeout(180); // 3 menit
    // Gunakan token yang sudah dimuat tadi (atau kosong jika belum ada)
    WiFiManagerParameter custom_token("blynk", "Blynk Token", auth, 40);
    wm.addParameter(&custom_token);

    // 3. Coba autoConnect dulu (langsung konek jika sudah pernah tersimpan)
    if (!wm.autoConnect("BatteryMonitorAP")) {
        Serial.println("Gagal terhubung ke WiFi. ESP restart...");
        delay(3000);
        ESP.restart();
    }

    // 4. Simpan token dari form input (apakah user input baru atau tetap lama)
    strcpy(auth, custom_token.getValue());
    saveConfig(auth); // Simpan ke config.json, overwrite token lama

    // 5. Mulai koneksi ke Blynk
    Blynk.begin(auth, WiFi.SSID().c_str(), WiFi.psk().c_str(), "iot.serangkota.go.id",
    8080);
}

```

```
}  
  
bool loadConfig() {  
    if (!SPIFFS.exists(configFileName)) return false;  
    File configFile = SPIFFS.open(configFileName, "r");  
    if (!configFile) {  
        Serial.println("Gagal membuka file konfigurasi");  
        return false;  
    }  
    DynamicJsonDocument doc(512);  
    DeserializationError error = deserializeJson(doc, configFile);  
    if (error) {  
        Serial.println("Gagal parse config.json");  
        return false;  
    }  
    strncpy(auth, doc["blynk_token"], sizeof(auth));  
    Serial.print("Blynk Token: "); Serial.println(auth);  
    return true;  
}  
  
void saveUsedCapacityToEEPROM() {  
    float previousValue;  
    EEPROM.get(EEPROM_ADDR_USED_CAPACITY, previousValue);  
    if (abs(previousValue - usedCapacity_mAh) >= 1.0) {  
        EEPROM.put(EEPROM_ADDR_USED_CAPACITY, usedCapacity_mAh);  
        EEPROM.commit();  
    }  
}
```

```

        Serial.println("EEPROM updated!");
    }
}

void loadUsedCapacityFromEEPROM() {
    EEPROM.get(EEPROM_ADDR_USED_CAPACITY, usedCapacity_mAh);

    if (usedCapacity_mAh < 0 || usedCapacity_mAh > batteryCapacity_mAh) {
        usedCapacity_mAh = 0;
    }

    batterySOC = 100.0 - (usedCapacity_mAh / batteryCapacity_mAh) * 100.0;
}

BLYNK_WRITE(VPIN_SCAN_BATTERY) {
    int scan = param.asInt();

    if (scan == 1) {
        float voltage = ina219.getBusVoltage_V();

        batterySOC = getSOCfromVoltage(voltage);

        usedCapacity_mAh = batteryCapacity_mAh * (1.0 - batterySOC / 100.0);

        Serial.println("=== Scan Baterai Baru ===");

        Serial.print("Tegangan: "); Serial.print(voltage); Serial.println(" V");

        Serial.print("Estimasi SOC: "); Serial.print(batterySOC); Serial.println(" %");

        Serial.print("Used Capacity di-reset ke: "); Serial.print(usedCapacity_mAh);
        Serial.println(" mAh");

        saveUsedCapacityToEEPROM(); // Simpan hasil baru ke EEPROM
    }
}
}

```

```
void saveBatteryCapacityToEEPROM(float capacity) {
    EEPROM.put(EEPROM_ADDR_BATT_CAPACITY, capacity);
    EEPROM.commit();
    Serial.print("Kapasitas baterai disimpan: ");
    Serial.print(capacity);
    Serial.println(" mAh");
}

void loadBatteryCapacityFromEEPROM() {
    float storedCapacity = 0;
    EEPROM.get(EEPROM_ADDR_BATT_CAPACITY, storedCapacity);
    if (storedCapacity > 100 && storedCapacity < 20000) {
        batteryCapacity_mAh = storedCapacity;
        Serial.print("Kapasitas baterai dari EEPROM: ");
        Serial.print(batteryCapacity_mAh);
        Serial.println(" mAh");
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    ina219.begin();
    EEPROM.begin(EEPROM_SIZE);
    loadBatteryCapacityFromEEPROM();
    loadUsedCapacityFromEEPROM();

    // OLED
```

```
display.begin(0x3C, true);

display.clearDisplay();

display.setTextColor(SH110X_WHITE);

display.setTextWrap(false);

// Relay setup

pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);

digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Start ON (relay NC aktif)

setupWiFiAndBlynk();

//Blynk.begin(auth, ssid, pass, "iot.serangkota.go.id", 8080); // Server Blynk lokal

handleChargingControl(); // Evaluasi kondisi awal

lastMeasurement = millis();

lastRecalibration = millis();

lastSampleTime = millis();

lastEEPROMWrite = millis();
}

BLYNK_WRITE(VPIN_SOC_THRESHOLD) {

  cutoffSOThreshold = param.asFloat();

}

BLYNK_WRITE(VPIN_MODE_SELECT) {

  isAutoMode = param.asInt(); // 1 = Auto, 0 = Manual

  Serial.println(isAutoMode ? "Mode: AUTO" : "Mode: MANUAL");

}

BLYNK_WRITE(VPIN_MANUAL_RELAY) {

  manualRelayState = param.asInt(); // 1 = ON, 0 = OFF
```

```
Serial.print("Manual Relay State: ");  
Serial.println(manualRelayState ? "ON" : "OFF");  
}  
BLYNK_WRITE(VPIN_CALIBRATION) {  
  int start = param.asInt();  
  if (start == 1) {  
    isCalibrating = true;  
    measuredCapacity_mAh = 0;  
    usedCapacity_mAh = 0;  
    Serial.println("Kalibrasi kapasitas dimulai...");  
  }  
}  
BLYNK_WRITE(VPIN_CAPACITY_INPUT) {  
  float inputCapacity = param.asFloat();  
  if (inputCapacity > 100 && inputCapacity < 20000) {  
    batteryCapacity_mAh = inputCapacity;  
    saveBatteryCapacityToEEPROM(inputCapacity);  
    Serial.print("Kapasitas baterai diatur manual: ");  
    Serial.print(batteryCapacity_mAh);  
    Serial.println(" mAh");  
  } else {  
    Serial.println("Input kapasitas invalid, harus antara 100–20000 mAh");  
  }  
}
```

```

BLYNK_WRITE(VPIN_RESET_WIFI) {

  int reset = param.asInt();

  if (reset == 1) {

    Serial.println("Reset WiFi credentials diminta!");

    WiFiManager wm;

    wm.resetSettings(); // ← hanya hapus WiFi SSID/password

    delay(1000);

    ESP.restart(); // restart untuk masuk ke portal WiFiManager

  }

}

BLYNK_CONNECTED() {

  Blynk.syncVirtual(VPIN_MODE_SELECT); // V7

  Blynk.syncVirtual(VPIN_MANUAL_RELAY); // V8

  Blynk.syncVirtual(VPIN_SOC_THRESHOLD); // V1 (jika perlu)

  Blynk.syncVirtual(VPIN_CALIBRATION); // V9 (jika perlu)

}

void updateSOC(float current_mA, float deltaTime_h) {

  if (!isnan(current_mA) && abs(current_mA) < 3000) {

    usedCapacity_mAh -= current_mA * deltaTime_h;

    usedCapacity_mAh = constrain(usedCapacity_mAh, 0, batteryCapacity_mAh);

    batterySOC = 100.0 - (usedCapacity_mAh / batteryCapacity_mAh) * 100.0;

    batterySOC = constrain(batterySOC, 0.0, 100.0);

  }

}

}

```

```
float getSOCfromVoltage(float voltage) {  
    if (voltage >= 4.20) return 100.0;  
    if (voltage >= 4.10) return 95.0;  
    if (voltage >= 4.00) return 85.0;  
    if (voltage >= 3.90) return 75.0;  
    if (voltage >= 3.80) return 65.0;  
    if (voltage >= 3.70) return 55.0;  
    if (voltage >= 3.60) return 40.0;  
    if (voltage >= 3.50) return 25.0;  
    if (voltage >= 3.40) return 10.0;  
    if (voltage >= 3.30) return 5.0;  
    return 0.0;  
}  
  
void showOLED(float voltage, float current_mA, float used_mAh, float soc) {  
    display.clearDisplay();  
    display.setCursor(0, 0);  
    display.setTextSize(1);  
    display.setCursor((SCREEN_WIDTH - 96) / 2, 0);  
    display.println("BATTERY MONITOR");  
    display.setCursor(0, 16);  
    display.printf("Voltage: %.2fV\n", voltage);  
    display.setCursor(0, 28);  
    display.printf("Current: %4dmA\n", (int)current_mA);  
    display.setCursor(0, 40);
```

```

display.printf("Used:  %4dmAh\n", (int)used_mAh);

display.setCursor(0, 52);

display.printf("SOC:  %3d%%", (int)soc);

display.display();

}

void handleChargingControl() {

  if (isAutoMode) {

    // AUTO mode → kontrol dari SOC sensor

    if ( batterySOC >= cutoffSOCThreshold) { //!chargingCutoff &&

      digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // OFF relay

      chargingCutoff = true;

    } else if ( batterySOC <= (cutoffSOCThreshold - cutoffHysteresis))

    { //chargingCutoff &&

      digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // ON relay

      chargingCutoff = false;

    }

    //Blynk.virtualWrite(VPIN_RELAY_STATUS, chargingCutoff ? "OFF (Auto)" :

    "ON (Auto)");

    Blynk.virtualWrite(VPIN_RELAY_STATUS, chargingCutoff ? 0 : 255); // LED

    mati jika cutoff

  } else {

    // MANUAL mode → kontrol dari tombol

    digitalWrite(RELAY_PIN, manualRelayState ? HIGH : LOW);

    //Blynk.virtualWrite(VPIN_RELAY_STATUS, manualRelayState ? "ON

    (Manual)" : "OFF (Manual)");
  }
}

```

```

    Blynk.virtualWrite(VPIN_RELAY_STATUS, manualRelayState ? 255 : 0); // LED
    mati jika cutoff
}
}

void loop() {

    Blynk.run();

    unsigned long now = millis();

    if (now - lastSampleTime >= 1000) {

        lastSampleTime = now;

        float deltaTime_h = (now - lastMeasurement) / 3600000.0;

        lastMeasurement = now;

        float current_mA = ina219.getCurrent_mA();

        float voltage = ina219.getBusVoltage_V();

        updateSOC(current_mA, deltaTime_h);

        if (isCalibrating) {

            measuredCapacity_mAh += abs(current_mA * deltaTime_h);

            Serial.print("Kalibrasi... Kapasitas Terukur: ");

            Serial.print(measuredCapacity_mAh);

            Serial.println(" mAh");

            // Jika voltase sudah mencapai 3.3V atau kurang, simpan ke EEPROM

            if (voltage <= 3.30) {

                isCalibrating = false;

                saveBatteryCapacityToEEPROM(measuredCapacity_mAh);

```

```
batteryCapacity_mAh = measuredCapacity_mAh;
Serial.println("Kalibrasi selesai.");
}
}

if ((now - lastRecalibration) > 60000) {
    float socVoltage = getSOCfromVoltage(voltage);
    batterySOC = 0.9 * batterySOC + 0.1 * socVoltage;
    lastRecalibration = now;
}

if (now - lastEEPROMWrite > 60000) {
    saveUsedCapacityToEEPROM();
    lastEEPROMWrite = now;
}

// handleChargingCutoff();
handleChargingControl();

// Serial monitor
Serial.print("Tegangan: "); Serial.print(voltage); Serial.print(" V\t");
Serial.print("Arus: "); Serial.print(current_mA); Serial.print(" mA\t");

Serial.print("Kapasitas Terpakai: "); Serial.print(usedCapacity_mAh); Serial.print("
mAh\t");

Serial.print("SOC: "); Serial.print(batterySOC); Serial.print(" %\t");

// Debug status tambahan

Serial.print("MODE: ");

Serial.print(isAutoMode ? "AUTO" : "MANUAL");
```

```
Serial.print(" | RELAY: ");  
  
if (isAutoMode) {  
    Serial.print(chargingCutoff ? "OFF (Auto)" : "ON (Auto)");  
} else {  
    Serial.print(manualRelayState ? "ON (Manual)" : "OFF (Manual)");  
}  
  
Serial.print(" | THRESHOLD: ");  
Serial.print(cutoffSOCThreshold);  
Serial.println(" %");  
    // Blynk update  
Blynk.virtualWrite(VPIN_VOLTAGE_DISPLAY, voltage);  
Blynk.virtualWrite(VPIN_CURRENT_DISPLAY, current_mA);  
Blynk.virtualWrite(VPIN_SOC_DISPLAY, batterySOC);  
Blynk.virtualWrite(VPIN_USED_DISPLAY, usedCapacity_mAh);  
    Blynk.virtualWrite(VPIN_CAPACITY_INPUT, batteryCapacity_mAh); //  
Tampilkan di V10  
    // OLED  
showOLED(voltage, current_mA, usedCapacity_mAh, batterySOC);=  
}  
}
```